

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Radioterapi merupakan metode pengobatan menggunakan pancaran radiasi energi tinggi untuk membunuh sel kanker dan memperkecil ukuran kanker tanpa merusak jaringan sehat di sekitarnya. Penemuan Sinar-X pada tahun 1895 oleh W.C. Rontgen serta penemuan sifat radioaktivitas oleh Marie Curie dan Henri Becqueurel menjadi awal mula digunakannya pengobatan dengan radioterapi. Sejak saat itulah penggunaan radiasi sebagai salah satu modalitas pengobatan penyakit kanker telah berkembang pesat (Rizani *et al.*, 2012).

Pengobatan penyakit kanker menggunakan radiasi pertama kali dilaporkan pada tahun 1899 dan sejak saat itu penggunaan radiasi untuk terapi penyembuhan kanker mengalami perkembangan yang signifikan. Radiasi pengion digunakan untuk pengobatan penyakit kanker karena radiasi pengion ketika berinteraksi dengan jaringan tubuh, maka akan menyebabkan kematian sel, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hal inilah yang merupakan dasar dari penggunaan radioterapi. Radioterapi memanfaatkan sensitivitas sel kanker, dimana biasanya sel kanker lebih sensitif daripada sel sehat di sekitarnya. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa radioterapi merupakan salah satu terapi pengobatan penyakit kanker yang efektif untuk digunakan (Anam, 2011).

Berdasarkan posisi dan letak sumbernya, radiasi dibagi menjadi dua, yaitu Teleterapi dan Brakhiterapi. Teleterapi merupakan radioterapi yang sumber radiasinya terletak di luar tubuh pasien, sedangkan brakhiterapi merupakan radioterapi yang sumber radiasinya terletak di dalam tubuh pasien. Pada umumnya, radioterapi

menggunakan partikel foton atau elektron yang dihasilkan oleh pesawat teleterapi yang disebut *Linear Accelerator* (linac).

Linac adalah sebuah pesawat teleterapi yang menggunakan gelombang elektromagnetik berfrekuensi tinggi untuk mempercepat partikel bermuatan. Radiasi foton digunakan untuk terapi kanker yang letaknya jauh dari permukaan kulit, sedangkan radiasi elektron digunakan untuk terapi kanker yang letaknya dekat dengan permukaan kulit (Vichi *et al.*, 2020). Linac tidak menggunakan sumber radioaktif seperti pada pesawat teleterapi cobalt dan cesium sehingga penggunaannya dirasa lebih aman. Selain itu, linac mampu menghasilkan foton sinar-x energi tinggi sehingga dapat meminimalisir efek radiasi pada kulit dan jaringan permukaan, namun tetap efektif untuk menyembuhkan kanker atau tumor yang letaknya jauh dari permukaan kulit (Hsu *et al.*, 2010).

Keberhasilan radioterapi bergantung pada keakuratan perhitungan dosis yang berhubungan dengan diagnosa, identifikasi *organ at risk* (OAR), partikel kontaminasi, pengaturan *beam*, modulasi, pemilihan teknik penyinaran, partikel kontaminasi, pendefinisian target dan *Planning Target Volume* (PTV) yang satu sama lain saling berhubungan. Pemberian terapi yang tidak tepat pada pasien akan mengakibatkan nekrosis dan karsinogenesis pada jaringan normal. Perhitungan dosis untuk perencanaan radioterapi dapat dilakukan menggunakan metode Monte Carlo. Monte Carlo merupakan metode perhitungan yang menggunakan proses bilangan *random* dan mengandung probabilitas yang berhubungan dengan *cross section* dari suatu partikel baik elektron maupun sinar-x (foton) saat mengenai volume suatu materi yang banyak digunakan pada radioterapi. Dengan metode Monte Carlo interaksi partikel akan dianalisis dengan menyimulasikan sejumlah partikel. Monte carlo dapat menghitung kuantitas *fluence*, spektrum energi dan distribusi dosis serap. (Pawiro *et al.*, 2009) .

*Software* pengembangan terbaru dari metode Monte Carlo adalah FLUKA (*FLUktuierende KAskade*) yang pertama kali dikembangkan melalui kerja sama antara Organisasi Eropa untuk Penelitian Nuklir (CERN) dengan Institut Itali untuk Fisika Nuklir (INFN) pada tahun 1987. *Software* FLUKA ini mampu menyimulasikan transportasi partikel dan interaksinya terhadap materi seperti partikel hadron, ion berat dan partikel elektromagnetik dengan energi tinggi. (Battistoni *et al.*, 2015) .

Pada tahun 2018 telah dilakukan penelitian mengenai distribusi fluks neutron yang dihasilkan linac pada *phantom* berukuran  $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^2$  dengan medium air. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan sebaran fluks neutron termal dan tanggapan energi pada jejak. Penyinaran dilakukan dengan menempatkan *phantom* di bawah *gantry* linac dengan jarak SSD 10 cm. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin jauh dari sumber semakin berkurang nilai fluks neutron akibat adanya proses tumbukan (Chomsin dan Bunawas, 2018).

Pada tahun 2018 juga, dilakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh variasi energi dan material *phantom* terhadap *fluence* foton dengan simulasi Monte Carlo-FLUKA. Pada penelitian ini, pemodelan geometri hanya berupa kolimator dan *phantom*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin besar energi yang digunakan maka semakin besar *fluence* yang dihasilkan akibat efek hamburan Compton (Rahmawati, 2018).

Merujuk dari penelitian sebelumnya, penelitian ini akan berfokus pada analisis *fluence* foton, elektron, positron dan neutron pada beberapa komponen *head* linac hasil dari simulasi menggunakan berkas foton dengan energi 15 MeV dengan simulasi FLUKA. Selain itu, dilakukan juga analisis mengenai reaksi yang terjadi akibat interaksi partikel foton dengan materi yang terdapat pada *head* linac.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian kali adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana simulasi *head* Linac berkas foton menggunakan metode Monte Carlo dengan *software* FLUKA?
2. Bagaimana analisis distribusi berkas *fluence* foton, elektron, positron dan neutron pada komponen linac yaitu *flattening filter*, *ion chamber* dan *jaws*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan penelitian yang akan dilakukan:

1. Mensimulasikan *head* Linac berkas foton menggunakan metode Monte Carlo dengan *software* FLUKA dengan merujuk kepada data parameter *head* linac yang terdapat pada *software* EGSnrc.

2. Menganalisis distribusi berkas *fluence* foton, elektron, positron dan neutron pada komponen linac yaitu *flattening filter*, *ion chamber* dan *jaws*.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang dikaji dibatasi pada:

1. Metode yang digunakan untuk simulasi *head* linac adalah metode Monte Carlo dengan *software* FLUKA.
2. Pesawat LINAC yang dimodelkan merupakan pesawat linac dengan berkas foton.
3. Pemodelan geometri *head* linac menggunakan *graphical user interface flair geoviewer* yang merupakan bawaan dari *software* FLUKA
4. Geometri linac yang dimodelkan berdasarkan data komponen linac yang terdapat pada *software* EGSnrc.
5. Energi elektron yang digunakan pada simulasi adalah 15 MeV
6. Visualisasi distribusi *fluence* foton, elektron, positron dan neutron pada *flattening filter*, *ion chamber* dan *jaws*.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Adapun pembahasan secara kompleks pada penelitian ini diuraikan di dalam setiap bab.

1. BAB I Pendahuluan

Menerangkan perihal latar belakang mengapa dilakukannya penelitian ini beserta rumusan masalah yang terkandung didalam penelitian yang dilakukan, tujuan dilakukannya penelitian, batasan masalah yang ada didalam penelitian, dan rangkuman dari keseluruhan penelitian yang diuraikaikan didalam sistematika penulisan.

2. BAB II Dasar Teori

Bersisi tentang tinjauan pustaka dan teori-teori yang diterapkan dalam penelitian ini.

3. BAB III Metode Penelitian

Menguraikan tahapan-tahapan umum pemodelan geometri LINAC melalui *Sample-geo flair* dan simulasi serta pengambilan data berupa *fluence* foton, elektron, positron dan neutron melalui FLUKA.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi uraian-uraian mengenai penelitian secara lengkap serta analisis data-data yang diperoleh dari hasil penelitian.

5. BAB V Penutup

Bab terakhir dari tugas akhir yang berisi simpulan mengenai keseluruhan hasil penelitian serta saran berdasarkan hasil analisa penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

